Journal of Quality Engineering and Management

www.pqprc.ir

J. Qual. Eng. Manag. Vol. 14, No. 1 (2024) 18–30.

Paper Type: Original Article

Modeling the Automotive Industry with the Approach of Increasing and Improving Productivity in Iran's Non-Oil Exports Using a Dynamic System

Seyed Jaber Hosseini[1], Mohammad Mehdi Movahedi[2,*], Amir Gholam Abri[3], Seyed Ahmad Shayan Nia[4]

[1] PhD student, Industrial Management Department, Firouzkouh Branch, Islamic Azad University, Firouzkouh, Iran; jaberallameh65@gmail.com.
[2] Associate Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Research Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; mmmovahedi@gmail.com.
[3] Associate Professor, Department of Mathematics, Firouzkouh Branch, Islamic Azad University, Firouzkouh, Iran; amirgholamabri@gmail.com.
[4] Assistant Professor, Industrial Management Department, Firouzkouh Branch, Islamic Azad University, Firouzkouh, Iran; sheibat@yahoo.com.

Citation:

Received: 10 January 2024 *Revised: 13 March 2024* *Accepted: 02 May 2024*	Hosseini, S. J., Movahedi, M. M., Ghulam Abri, A., & Shayan Nia, S. A. (2024). Modeling the automotive industry with the approach of increasing and improving productivity in Iran's non-oil exports using a dynamic system. *Journal of quality engineering and management, 14*(1), 18-30.

Abstract

Purpose: In today's world, the role of the economy in shaping business models and the power of nations is highly significant. Exports play a vital role in enhancing productivity and economic development, particularly in developing countries. The automotive industry, as a key sector, contributes considerably to this process. This study aims to identify the key influencing variables on non-oil exports and explore how they affect productivity growth and export improvement.

Methodology: This research employs a system dynamics approach to model the interactions among key economic variables. The study utilizes VENSIM software to simulate the system dynamics model of the automotive industry and non-oil exports. Causal loop diagrams and stock and flow diagrams were developed to analyze the relationships.

Findings: The main variables analyzed in this study include exchange rate, inflation, productivity, and competitiveness. The developed model was validated and tested under various scenarios. Results indicate how changes in these variables impact productivity and the performance of non-oil exports in the automotive industry.

Originality/Value: This study offers a dynamic model tailored to the automotive sector in developing economies like Iran, where over-reliance on oil has led to inefficiencies in other export sectors. The model helps policymakers and industry stakeholders understand complex interactions and make informed decisions to boost non-oil exports and overall productivity.

Keywords: System dynamics, Productivity, Business model, Automotive industry.

Corresponding Author: mmmovahedi@gmail.com
10.48313/jqem.2024.215013
Licensee System Analytics. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مهندسی و مدیریت کیفیت

www.pqprc.ir

دوره ۱۴، شماره (۱)، (۱۴۰۳)، ۳۰-۱۸

نوع مقاله: پژوهشی

مدل‌سازی صنعت خودرو با رویکرد افزایش و بهبود بهره‌وری در صادرات غیرنفتی ایران با استفاده از سیستم داینامیک

سید جابر حسینی[۱]، محمدمهدی موحدی[۲،*]، امیر غلام ابری[۳]، سید احمد شایان نیا[۴]

[۱]دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران.

[۲]دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[۳]دانشیار، گروه ریاضی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران.

[۴]استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران.

چکیده

هدف: در جهان امروز، نقش اقتصاد در شکل‌گیری مدل‌های کسب‌وکار و قدرت کشورها بسیار برجسته است. صادرات نقش موثری در افزایش بهره‌وری و توسعه اقتصادی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه دارد. صنعت خودروسازی به‌عنوان یک بخش کلیدی، در این فرآیند نقش مهمی ایفا می‌کند. این پژوهش با هدف شناسایی متغیرهای اثرگذار بر صادرات غیرنفتی و بررسی چگونگی تاثیر آن‌ها بر رشد بهره‌وری و بهبود صادرات انجام شده است.

روش‌شناسی پژوهش: در این تحقیق از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده شده است. برای مدل‌سازی تعامل میان متغیرهای کلیدی اقتصادی، از نرم‌افزار *VENSIM* بهره گرفته شده است. همچنین نمودارهای علی-معلولی و نمودارهای حالت و جریان طراحی شده‌اند تا روابط بین متغیرها به‌خوبی تحلیل شوند.

یافته‌ها: متغیرهای اصلی بررسی‌شده در این مطالعه شامل نرخ ارز، تورم، بهره‌وری و رقابت‌پذیری هستند. مدل طراحی‌شده اعتبارسنجی شده و در قالب سناریوهای مختلف اجرا گردیده است. نتایج نشان می‌دهند که تغییرات این متغیرها چگونه بر بهره‌وری و عملکرد صادرات غیرنفتی در صنعت خودرو تاثیرگذار هستند.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: این مطالعه یک مدل پویای اختصاصی برای صنعت خودروسازی در اقتصادهای درحال‌توسعه مانند ایران ارایه می‌دهد؛ جایی که اتکای شدید به نفت، باعث ناکارآمدی در سایر بخش‌های صادراتی شده است. این مدل می‌تواند به سیاست‌گذاران و ذی‌نفعان صنعت کمک کند تا تعاملات پیچیده اقتصادی را درک کرده و تصمیمات موثرتری برای ارتقای صادرات غیرنفتی و بهره‌وری اتخاذ کنند.

کلیدواژه‌ها: سیستم داینامیک، بهره‌وری، مدل کسب‌وکار، صنعت خودرو.

۱- مقدمه

اهمیت اقتصاد در دنیای امروز آن‌چنان زیاد است که می‌توان بیان کرد، کشوری قدرتمندتر است که اقتصاد قوی‌تری دارد. اقتصاد دارای مولفه‌های بسیاری است که ازجمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اهمیت بهره‌وری در صادرات اشاره داشت. کاهش بهره‌وری در فعالیت‌های صادراتی غیرنفتی می‌تواند ناشی از عوامل متعددی ازجمله نرخ نامطلوب ارز، نرخ تورم بالا، عدم رقابت‌پذیری و سرمایه انسانی ناکافی باشد. این عوامل می‌توانند

به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فرآیند تولید، مدیریت زنجیره‌تامین و سودآوری کلی تاثیرگذار باشند و منجر به کاهش بهره‌وری شوند. به‌عنوان‌مثال، نرخ نامطلوب ارز می‌تواند هزینه واردات موردنیاز برای تولید را افزایش دهد و محصول را در بازار بین‌المللی کمتر رقابت دهد. به همین صورت، نرخ تورم بالا می‌تواند منجر به هزینه‌های تولید بالاتر شود که در نهایت می‌تواند قیمت نهایی محصول را افزایش دهد و منجر به کاهش تقاضا شود. نرخ ارز مستقیما با تاثیر بر قیمت کالاها و خدمات بر بهره‌وری تاثیر می‌گذارد. ارز قوی‌تر صادرات را گران‌تر می‌کند و منجر به کاهش تقاضا و کاهش بهره‌وری می‌شود. به‌طور مشابه، تورم می‌تواند هزینه‌های ورودی را افزایش دهد که می‌تواند منجر به کاهش حاشیه سود و سرمایه‌گذاری کمتر در تولید شود. این امر می‌تواند با کاهش توان مالی تولیدکنندگان برای بهبود عملکرد خود مستقیما بر بهره‌وری تاثیر بگذارد.

به‌طور غیرمستقیم، نامطلوب بودن نرخ ارز می‌تواند هزینه‌های مبادلاتی را افزایش داده و سرمایه‌گذاری در بخش صادرات غیرنفتی را کاهش دهد. رقابت‌پذیری می‌تواند با افزایش تقاضا برای کالاها یا خدمات بر بهره‌وری تاثیر بگذارد. رقابت‌پذیری بالاتر می‌تواند منجر به افزایش تقاضا در داخل و خارج کشور شود که می‌تواند بهره‌وری را در بخش صادرات غیرنفتی افزایش دهد. علاوه‌براین، فقدان رقابت‌پذیری می‌تواند رقابت شرکت‌ها را با سایر شرکت‌ها در بازار جهانی دشوار کند و منجر به کاهش سهم بازار و فروش شود. سرمایه انسانی نیز عاملی حیاتی در افزایش بهره‌وری است. بهبود مهارت‌ها و آموزش می‌تواند منجر به بهره‌وری و کارایی بهتر شود. کارگرانی که تحصیلات و مهارت‌های بالاتری دارند، بهره‌وری بیشتری دارند و می‌توانند از دانش خود برای نوآوری و بهبود فرآیندهای تولید استفاده کنند که منجر به خروجی و رقابت بهتر می‌شود. بااین‌حال، نیروی کار غیرماهر می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری و کاهش کارایی و اثربخشی، افزایش هزینه‌های تولید و کاهش رقابت در درازمدت شود.

در مجموع، ترکیبی از این عوامل می‌تواند بهره‌وری را در فعالیت صادرات غیرنفتی به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر بهره‌وری تاثیر می‌گذارد. پرداختن به این چالش‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری در فناوری، توسعه مهارت‌ها و زیرساخت‌ها برای بهبود رقابت و کاهش هزینه‌های مبادله است. همکاری بین ذینفعان مختلف برای ایجاد یک محیط حمایتی برای رونق صادرات غیرنفتی و کمک به رشد و توسعه اقتصادی ضروری است. شکی نیست کشوری که اقتصاد آن حول محور تک‌محصولی بچرخد، در تحولات اقتصادی بیشتر در معرض خطر بوده و در این بحران‌ها و تحولات ضربه‌پذیرتر خواهد بود. ازاین‌رو، توجه به صادرات غیرنفتی و توسعه بهره‌وری در بخش‌هایی نظیر صنعت، معدن، کشاورزی و خدمات می‌تواند کشورمان را در جریان تحولات و بحران‌های مختلف و ابتلا به بیماری اقتصادی نجات دهد چرا که وابستگی درآمدهای نفتی در بسیاری از کشورها همچون شمشیر دو لبه عمل می‌کند. اتکا به درآمدهای نفتی و تداوم این رویکرد در برنامه اول و دوم توسعه، موجب ناپایداری در بهبود شاخص‌ها، کاهش بهره‌وری و نوسان در رشد اقتصادی گردید. به‌گونه‌ای که کاهش قیمت نفت به‌عنوان اصلی‌ترین منبع درآمد دولت، بسیاری از سیاست‌ها و برنامه‌های پیش‌بینی شده در لوایح برنامه‌های توسعه را تحت‌الشعاع قرار داد و در نقطه مقابل افزایش درآمدهای نفتی در سال ۷۹-۷۸ دولت را با یك درآمد مازاد بیش از ۷ میلیارد دلاری در سال مواجه کرد که این امر خود موید لزوم اهمیت دادن به افزایش بهره‌وری و بهبود در بخش صادرات غیرنفتی است. بخش وسیعی از صادرات ایران وابسته به نفت است که با توجه به محدود بودن این منبع طبیعی از یک سمت و تحریم خرید نفت ایران از سوی اتحادیه اروپا از سمتی دیگر، به نظر می‌رسد که باید به بحث افزایش بهره‌وری و بهبود صادرات غیرنفتی توجه ویژه‌ای مبذول داشت.

۲- پیشینه پژوهش

برگیو و همکاران [1] به این موضوع پرداختند که با رواج شرکت‌های شبکه حمل‌ونقل[1] مانند *Uber*، *Lyft* و ظهور وسایل نقلیه خودران (*AVs*)، حتی خودروسازان بزرگ به‌طور فزاینده‌ای خود را به‌عنوان ارایه‌دهنده خودکار پویایی برحسب تقاضا (*AMOD*) می‌دانند تا وسیله نقلیه فردی. در این مطالعه یک منبع خودروی انعطاف‌پذیر در نظر گرفته شده است تا به ارایه‌دهندگان کمک کند تا انتظارات کاربر در سطح خدمات را برآورده نماید. این مشکل به‌عنوان مشکل شماره‌گیری با قراردادهای کیفیت خدمات (*DARP-SQC*) رسمیت داده شده و یک مدل ریاضی چندهدفه برای رسیدگی به درخواست‌های دنیای واقعی از منهتن، شهر نیویورک پیشنهاد شده است. با اعمال محدودیت‌های سطح سرویس پیشنهادی، رضایت کاربر (از نظر

[1] Transportation Network Companies (TNC)

انتظارات سطح سرویس رسیده) را به‌طور متوسط ۵۳% در مقایسه با سیستم‌های اشتراک‌گذاری سواری معمولی، حتی بدون استفاده از وسایل نقلیه اضافی، بهبود یافته است. آن‌ها به این موضوع می‌پردازند که سیستم‌های محصول-خدمات هوشمند، فرصت‌های جدیدی را برای نوآوری مدل‌های کسب‌وکار دیجیتال با یکپارچه‌سازی اجزای محصول و خدمات دیجیتالی ارایه داده‌اند. یکی از جنبه‌های کلیدی این راه‌حل‌های صنعتی، چرخه عمر همراه با تحقق ارزش مشتری است. درنتیجه، مدل‌های کسب‌وکار دیجیتالی مربوطه باید به‌طور پویا با تغییر تقاضای مشتریان سازگار شوند. دیف و المراقی [2] مدلی را برای ارزیابی انواع سیاست‌های کسب‌وکار در سیستم‌های تولیدی برای سناریوهای متعدد تقاضای در حال تغییر مطرح کرده‌اند. آن‌ها در مقاله خود به طراحی ترکیب مناسب از محصولات با توانایی‌های فنی که امکان دگرگونی سریع ترکیب محصول و مقدار آن که ممکن است به‌طور چشمگیری تغییر کند، پرداختند و از مدل پویای خود نتیجه گرفتند که شرکت‌های تولیدی با چالش تغییرات زیاد غیرقابل‌پیش‌بینی بازار در هر دو بازارهای داخلی و خارجی روبرو هستند.

محرابی و همکاران [3] به بررسی تکنیک‌های تولید و معرفی سیستم تولیدی با رویکرد نیازهای کسب‌وکار پرداختند و نتیجه گرفتند که تکنولوژی‌های تولیدی که مرتبط با نیازهای مشتریان می‌باشد، می‌تواند بهره‌وری سیستم را تا سطح زیادی بالا ببرد که برای این کار از مدل پویایی سیستم‌ها استفاده کردند. محرابی و همکاران [3] برای درک بهتر نیازهای آینده به سیستم‌های تولیدی و تکنولوژی‌های توانمندساز، نظرسنجی (از طریق پرسشنامه) را از متخصصان سیستم‌های تولیدی انجام می‌دهند که مشخص می‌کند که دو سوم پاسخ‌دهندگان اظهار نموده‌اند که سیستم‌های تولیدی به نیازهای مشتریان وابسته است. خبرگان نیز موافق هستند که نیازهای کسب‌وکار، گامی مطلوب در ارزیابی سیستم‌های تولید هستند. مایا و اسمیت [4] یک مدل پویایی سیستم‌ها در کسب‌وکار صنعت توریسم ارایه دادند و برنامه‌ریزی مقصد گردشگری را به‌طور سنتی بر اساس مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر داده‌های تاریخی برای برآورد روندهای آینده تکیه می‌کنند. آن‌ها مدل‌سازی پویای سیستم را به‌عنوان جایگزینی برای مدل‌های پیش‌بینی برای برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریوی مقاصد گردشگری بررسی کرده‌اند و سیستمی را برای توسعه گردشگری در جزیره‌ای در ویتنام ایجاد نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مسیر فعلی توسعه گردشگری در ویتنام پایدار نیست و محدودیت‌های رشد ممکن است در اوایل سال ۲۰۲۲ به دلیل کمبود آب، آلودگی و ازدحام بیش‌ازحد افزایش می‌یابد. فراتر از این زمان، مقصد، خطر شکستن محدودیت‌های رشد خود را دارد که خطر بیشتری را ایجاد می‌کند.

حکیمی و همکاران [5] به این موضوع پرداختند که سیستم‌های کسب‌وکار متعلق به کلاس سیستم‌های پیچیده پویا هستند. مدل‌های فرآیندی زیربنای سیستم‌های کسب‌وکار یکپارچه، ابزارهای قدرتمندی هستند که به اهداف کارایی سازمانی می‌پردازند. توانایی یک فرآیند برای دستیابی به اهداف سازمانی معیاری برای سنجش اثربخشی سازمان است. به‌منظور دستیابی به اهداف کارایی و اثربخشی کسب‌وکار، درک چگونگی تعامل عملکردی، فرآیندی و اهداف کلی سازمانی ضروری است. این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه می‌توان از روش دینامیک سیستم برای کاهش پیچیدگی پویای سیستم‌های تجاری با مدل‌سازی تعاملات بین اهداف و به‌نوبه خود، امکان ارزیابی اثربخشی فرآیند کسب‌وکار در زمینه منابع انسانی استفاده کرد. عطاران [6] یک سیستم تولید قابل پیکربندی مجدد، تبدیل‌پذیری خطوط تولیدی اختصاصی با سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیری و نیازهای کسب‌وکار را در صنعت فولاد را ترکیب نموده و بیان می‌کند که ظرفیت تولید طیف وسیعی از قطعات در سطوح تولید مختلف و در شرایطی با بهره‌وری اقتصادی بالا را دارد. هدف آن بیان جزییات اصول طراحی سیستم‌های تولیدی با در نظر گرفتن ملاحظات صنعت با رویکرد کسب‌وکار است. کو و همکاران [7] یک متدولوژی که دربرگیرنده گذر تکنولوژیکی از ساختار سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر *FMS* موجود به سیستم‌های هوشمند با در نظر گرفتن رفتار مصرف‌کننده در مواجهه با محصول نوظهور را ارایه نمودند. مقاله عبدی و لبیب [8] خصوصیات سیستم تولیدی را از طریق مقایسه با سیستم‌های تولیدی سنتی به‌منظور نمایش استراتژی کسب‌وکار نشان می‌دهد. همچنین مقاله عبدی و لبیب [8] اهمیت ظرفیت و کارکرد برای امکان‌سنجی طراحی یک سیستم تولیدی در طی فرآیند کسب‌وکار را مشخص می‌کند. آن‌ها به دلیل تقاضای نامشخص خانواده محصولات، عوامل اصلی طراحی نظیر حجم ظرفیت، درجه کارکرد و زمان پیکربندی توسط مجموعه‌های فازی شناسایی شده را توصیف می‌نمایند.

عبدی و لبیب [8] بیان می‌کنند که گروه‌بندی محصولات مختلف به خانواده محصولات، بر اساس الزامات نیازهای بازار محقق می‌شود؛ بنابراین، یک سیستم تولیدی می‌تواند به پیکربندی‌های چیدمان مختلف هنگامی‌که از یک محصول به محصول دیگر تغییر می‌کند، نیاز داشته باشد. کورن و شپیتالنی [9] منطقی را برای توسعه سیستم‌های تولیدی بر مبنای نیازهای بازار تشریح می‌کنند که هم‌زمان مزایای سیستم‌های خطوط اختصاصی و انعطاف‌پذیر را دارا هستند. مبخوط و همکاران [10] اشاره می‌کنند که اهمیت و ضرورت تولید قابل پیکربندی مجدد در قرن ۲۱ و حتی فراتر از آن به‌طور کامل در ادبیات مدل‌های کسب‌وکار و نیازهای بازار بحث شده است. هدف پیاده‌سازی یک سیستم تولیدی توانایی برای کنار آمدن با تغییرات

تصادفی در الزامات تولید از طریق نیازهای بازار است. وانگ و کورن [11] مشتری مداری را خصوصیت اصلی سیستم‌های جدید تولیدی معرفی می‌کنند که اجازه می‌دهد ظرفیت توان عملیاتی کسب‌وکار و تغییرات ناگهانی در تقاضای بازار را تنظیم کند. فرید [12] پیکربندی منطقی سیستم‌های تولیدی را برای حداقل‌سازی زمان تاخیر تولید برای تحو یل به مشتری و سطح موجودی بافر هنگامی‌که تغییرات فرآیند و بهره‌گیری از کارگران در نظر گرفته می‌شود را بررسی می‌کنند.

بنسمین و همکاران [13] بیان می‌کنند که فرآیند برنامه‌ریزی و کسب‌وکار، استراتژی تولیدی است که فرآیند برنامه‌ریزی و زمان‌بندی را به‌عنوان یک تابع یکپارچه نه توابع جداشده به ترتیب انجام شده در نظر می‌گیرند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که مزایای روش ابتکاری ارایه شده بیش از استراتژی فرآیند برنامه‌ریزی و زمان‌بندی متوالی است. دیف و المراقی [2] بیان می‌کنند که تولیدکنندگان محصولات در بازارهای جهانی به شدت رقابتی با نیاز به افزایش بهبود انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان و پاسخگو یی به خواسته‌های مشتریان مواجه هستند. سیستم‌های تولیدی بر مبنای پارادایم تولیدی هستند که آن‌ها توانایی واکنش کارا به این محیط با فراهم کردن ظرفیت و کارکرد دقیق درست در زمان موردنیاز را دارد. سینق و همکاران [14] پارادایم سیستم تولیدی جدید شامل سیستم پیکربندی مجدد را مشخص نموده و پیش طراحی استراتژی آن‌ها را بررسی می‌کنند. آن‌ها یک ماژول تصمیم‌گیری برای سنجش سیستم‌های تولیدی موجود و نسل جدید به وسیله مصالحه بین پارامترهای طراحی ملموس و ناملموس را ایجاد می‌کنند.

سینگ و همکاران [15] رو یکرد جدیدی به وسیله فضای حالت مشخصه برای بهبود کارایی انتخاب پیکربندی برای یک *RMS* را ارایه می‌دهند. ابتدا معادله حالت مشخصه برای نشان دادن ورودی و منابع خروجی هر فعالیت اصلی در یک *RMS* تنظیم شده است. این موضوع ما را بر آن داشت که با ارایه مدلی کمی برای صادرات غیرنفتی نقش عوامل تاثیرگذار قیمتی و غیر قیمتی (هر دو) بر صادرات غیرنفتی، موضوع را گسترده‌تر بررسی کنیم. به این منظور صادرات غیرنفتی تابعی از متغیرهای قیمتی مانند نرخ ارز آزاد و نرخ تورم و متغیرهای مبنایی مانند نرخ بهره‌وری و رقابت‌پذیری در نظر گرفته شده و از تکنیک‌های سیستم‌های دینامیک به‌منظور بررسی رابطه بین این متغیرها و همچنین شناسایی مهم‌ترین متغیرهای تاثیرگذار بر صادرات غیرنفتی استفاده شده است.

سیستم‌های دینامیکی ابزاری است که در مدل‌سازی سیستم‌ها، به دلیل توجه به رفتار سیستم در طول زمان، در نظر گرفتن تعاملات پارامترهای سیستم و توجه به بازخوردها و حلقه‌های علت و معلول موجود در سیستم امکان دستیابی به شبیه‌سازی مناسب جهت آزمون سیاست‌های قابل اتخاذ و دستیابی به سیاست بهینه را برای تصمیم گیران فراهم می‌آورد. در این روش امکان اضافه یا حذف زیرسیستم‌های موردنیاز جهت انطباق با شرایط مقتضی و تغییر پارامترها و حتی معادلات مدل وجود دارد. سیستم‌های دینامیک با استخراج مدل‌های ذهنی مدیران و خبرگان یك سازمان و مدل‌سازی آن‌ها با استفاده از ابزارهای مدل‌سازی بسیار توانمند ازجمله نمودار علت معلول، نمودار جریان و نمودار زیرسیستم و در نهایت فرموله نمودن روابط متغیرهای شناسایی شده و استفاده از یك ابزار نرم‌افزاری مانند (*VENSIM*)، امکان شبیه‌سازی خروجی سناریوهای مختلفی که با تعریف مقادیر مختلف برای پارامترهای متفاوت طراحی می‌شوند را فراهم می‌آورد. در بحث‌های آماری میزان قوت ارتباط بین متغیرها موردبررسی قرار می‌گیرد، اما سیستم دینامیک رو یکردی غیر آماری دارد و به بررسی *Correlation* متغیرها نمی‌پردازد، بلکه ارتباط هم‌زمان متغیرها با یکدیگر را موردبررسی قرار می‌دهد. با شناسایی رابطه بین متغیرها و تعیین اثرگذارترین متغیرها می‌توان سیاست‌های جدیدی در راستای افزایش حجم صادرات غیرنفتی اجرا نمود که کمک شایانی به اقتصاد کشور خواهد بود.

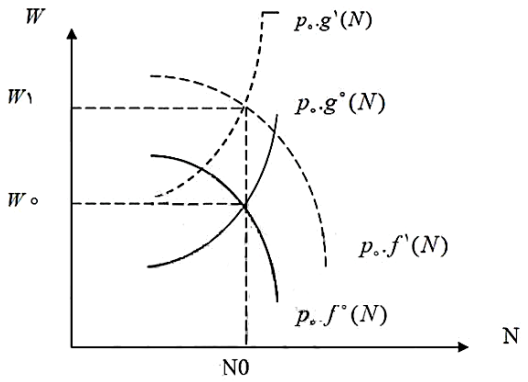
۳- تورم-بهره‌وری

تاثیر تورم، در این بخش تاثیر تورم را بر برخی از پارامترهای مهم موردبررسی قرار می‌دهیم، از دیدگاه مبانی نظری تحقیقی بوسکین و همکاران [16] معتقدند تورم اثر منفی بر محرک‌های کار و تلاش می‌گذارد و در نتیجه بهره‌وری نیروی کار را کاهش می‌دهد.

صمدی و همکاران [17] در پژوهشی به بررسی ارتباط بین بهره‌وری و تورم در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۰ پرداخته‌اند و از روش همجمعی گری گوری-هانسن استفاده نموده‌اند. آن‌ها بهره‌وری و تورم را در قالب یک الگوی چند متغیره و شکست ساختاری و با مدنظر قرار دادن تخمین درون‌زای نقطه شکستگی مطالعه کردند. نتایج نشان می‌دهد که یک رابطه بلندمدت و منفی بین بهره‌وری و تورم وجود دارد.

کمرون و همکاران [18] با به‌کارگیری داده‌های فصلی و سالیانه طی سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۵۳ برای کشورهای کانادا، ایالات‌متحده، انگلستان و آلمان غربی و با استفاده از تکنیک همجمعی انگل-گرنجر و آزمون ریشه واحد دیکی فولر (*ADF*) بیان می‌کنند که ارتباطی قوی بین تورم و بهره‌وری در این کشورها وجود دارد. هوندرو‌یانیس و پاپاپترو [19] رابطه بین تورم و بهره‌وری را در هشت کشور که تورم پایینی دارند، بررسی کرده‌اند. این پژوهشگران بر اساس داده‌های فصلی سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۹۵ و با به‌کارگیری آزمون‌های فیلیپس - پرون (*PP*)، پرون (*p*) و *KPSS* و آزمون همجمعی یوهانس-جوسلیوس و الگوسازی اصلاح خطای برداری (*VECM*) به این نتیجه می‌رسند که رابطه علیت بین این دو متغیر حداقل در یک جهت وجود دارد. همچنین بیتروس و پنس [20] به بررسی تاثیر تورم بر بهره‌وری در قالب یک تابع هزینه ترانسلوگ و با استفاده از داده‌های بخش صنایع یونان طی سال‌های ۱۹۸۰-۱۹۶۳ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که افزایش تورم در دوره‌ی موردمطالعه منجر به کاهش معنادار در بهره‌وری کل عوامل ۱۶ صنعت از ۲۰ صنعت شده است که رابطه علی دوطرفه‌ای بین تورم و رشد بهره‌وری وجود دارد.

و یلیام برانسون [21] با ارایه **شکل ۱** بیان می‌دارد که انتقال به سمت بالا در منحنی عرضه کار (بر اثر تقاضای دستمزد بیشتر) تمایل دارد که منحنی عرضه اقتصاد را به سمت بالا انتقال داده و موجب بروز تورم ناشی از فشار هزینه می‌شود. افزایش بهره‌وری نهایی نیروی کار باعث انتقال منحنی تقاضای کار به سمت بالا و انتقال منحنی عرضه اقتصاد به سمت پایین می‌شود. به‌طوری‌که این دو تغییر (تغییر دستمزد و تغییر بهره‌وری) سعی در خنثی کردن اثرات یکدیگر دارند. این امر نشان‌دهنده افزایش غیر تورمی دستمزدها و هم سرعت بودن افزایش دستمزدهای حقیقی با افزایش بهره‌وری است که اشتغال تعادلی را در سطح *N0* و سطح قیمت‌های تعادلی را در سطح *P0* بدون تغییر باقی می‌گذارد. درنتیجه با ثابت ماندن سطح قیمت و اشتغال، بهره‌وری و نرخ دستمزد اقتصاد، در حالت تعادل باقی خواهد ماند و تضعیف بهره‌وری به وسیله تورم شکل می‌گیرد و به‌صورت زیر توجیه می‌گردد:

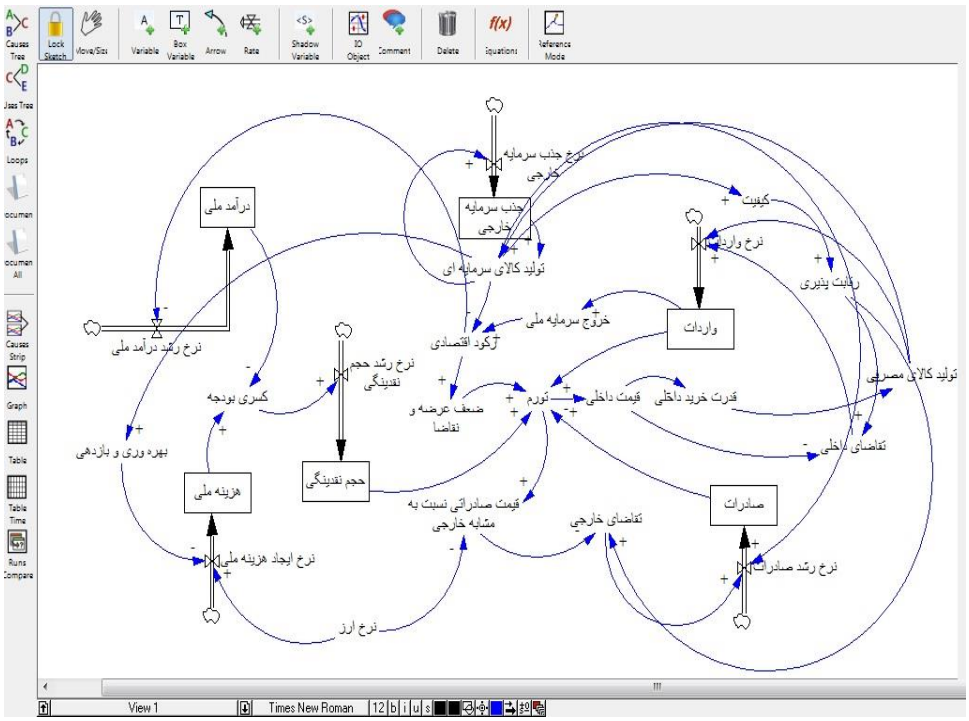


شکل ۱- نمودار تورم و بهره‌وری.
Figure 1- Inflation and productivity chart.

۴- نمودار حالت و جریان

با عنایت به تعریف متغیرهای مدل، متغیرهای صادرات غیرنفتی، حجم نقدینگی، درآمد ملی و میزان جذب سرمایه خارجی را به‌عنوان متغیرهای حالت در نظر می‌گیریم و به اقتضای این متغیرهای حالت، متغیرهای جریان مربوطه تعریف می‌شوند که به ترتیب شامل نرخ رشد صادرات غیرنفتی، نرخ رشد نقدینگی، نرخ رشد درآمد ملی و نرخ جذب سرمایه خارجی می‌باشند.

در زیر تصو یری از نرم‌افزار *vensim* که در آن نمودار کامل حالت و جریان وجود دارد، آورده شده است:



شکل ۲- نمودار حالت و جریان سیستم.

Figure 2- System state and flow diagram.

۵- روابط حاکم بر متغیرها

حال با توجه به در نظر داشتن متغیرهای حالت و جریان به بررسی فرمول‌ها و یا مقادیر متغیرهای موجود در مدل می‌پردازیم. بر این اساس متغیرهای زیر در سطح این نمودار و با فرمول‌های زیر به‌کار رفته‌اند:

جدول ۱- متغیرهای حالت و جریان موجود در مدل.

Table 1- State and flow variables in the model.

ردیف	نوع متغیر	نام متغیر	رابطه (فرمول)
1	حالت	درآمد ملی	DaramadeMelli= INTEG(NerkheRosshdeDaramadeMelli, 2542.3) Units: milliard Rial
2	جریان	نرخ رشد درآمد ملی	بر مبنای آمار بانک مرکزی یک تابع خطی است با نرخ رشد ثابت: عدد ۱/۶۲ واحد: میلیارد ریال بر سال
3	حالت	هزینه ملی	HazineMelli=INTEG(NerkheIjadeHazineMelli, 2325.1) Units: milliard Rial
4	جریان	نرخ ایجاد هزینه ملی	برمبنای آمار بانک مرکزی مقدار ثابت: ۱/۳ واحد: میلیارد ریال بر سال
5	حالت	میزان جذب سرمایه خارجی	MizaneJazbeSarmayeKhareji=INTEG(NerkheJazbeSarmayeKhareji,12.1) Units: million dollar
6	جریان	نرخ جذب سرمایه خارجی	با استناد به آمار بانک مرکزی سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۸۷ عدد ثابت: ۰/۸ واحد: میلیون دلار بر سال
7	حالت	حجم نقدینگی	HajmeNaqdinegi=INTEG(NerkheRoshdeHajmeNaqdinegi, 15687.6) Units: milliard Rial

جدول ۱- ادامه.

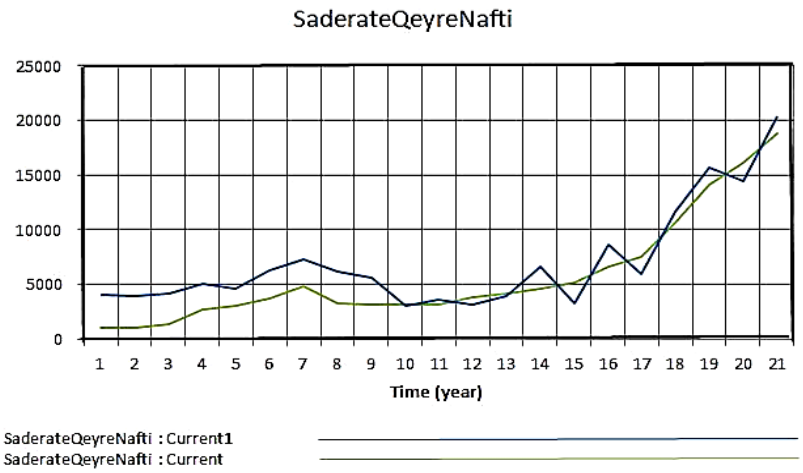
Table 1- Continued.

ردیف	نوع متغیر	نام متغیر	رابطه (فرمول)
8	جریان	نرخ رشد حجم نقدینگی	بر مبنای اطلاعات ادوار مختلف برابر با مقدار فعلی (۲۷ هزار میلیارد) است که با رشدی لگاریتمی مواجه است یعنی: Get Xls DATA('Naqdinegi.xls','Sheet5','1','B3') Units: milliard Rial/year

Final Time = 34
Units: year
Initial Time = 1
Units: year
Time Step = 1
Units: year

۶- اعتبار سنجی مدل

مهم‌ترین خروجی این سیستم را می‌توان در تعیین وضعیت متغیر کلان اقتصادی چون صادرات غیرنفتی ایران دانست. ازاین‌رو، می‌توان با درنظر گرفتن روابط فوق و نمودارهای حالت و جریان، جهت تست اولیه رفتار مدل اقدام نمود.



شکل ۳- نمودار صادرات غیرنفتی با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 3- Non-oil export chart using the dynamic system approach, from 1988 to 2011.

در نمودار فوق که در آن *Current* نشان‌دهنده‌ی صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها می‌باشد، مشاهده می‌شود که رفتار مدل به رفتار واقعی سیستم شبیه می‌باشد. ازاین‌رو می‌توان نسبت به رفتار سیستم تا حد خو بی اطمینان یافت.

برای اطمینان از صحت مدل و اعتبار سنجی آن، مبادرت به انجام آزمون نیکو یی برازش با نرم‌افزار *Spss* گردیده است که x^2 محاسبه شده برابر با ۲۲/۷۴۸ گردید و ازآنجاکه $x^2_{(0.9\ ,19)}$ برابر با مقدار ۲۷/۲۰۴ می‌باشد؛ بنابراین، با سطح اطمینان ۹۰% می‌توان از اعتبار مدل اطمینان یافت.

۷- اجرای سناریوهای گوناگون

سنا ریو ۱: کاهش و افزایش میزان تولید داخلی

در این سناریو درواقع به دنبال بررسی تاثیرات کاهش و یا افزایش میزان تولید داخلی بر صادرات غیرنفتی ایران هستیم. مقدار اولیه این متغیر را مقداری ثابت فرض می‌کنیم. در نمودار زیر که از خروجی نرم‌افزار دریافت گردیده است، مشاهده می‌گردد که اثر افزایش تولید بر افزایش صادرات به شدت مثبت است و اثر کاهش تولید بر کاهش صادرات نیز به همین صورت به شدت مثبت است. در شکل تاثیر کاهش ۲۰% تولید داخلی و نیز افزایش ۵۰% آن‌ها مشاهده می‌کنیم. دیده می‌شود که صادرات غیرنفتی به کاهش تولید بسیار حساس تر است تا به افزایش آن؛ بنابراین، برای داشتن

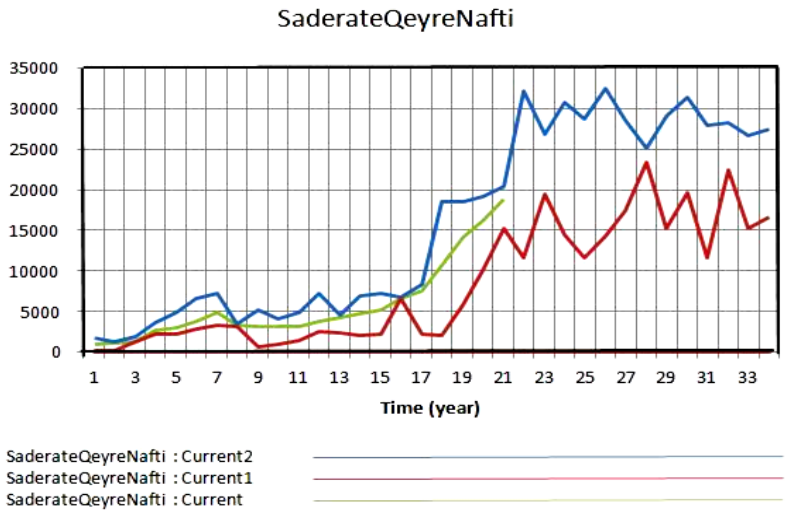
صادراتی قوی باید بشدت از عدم کاهش و حتی ثبات تولید داخلی مراقبت نمود، زیرا بر کاهش صادرات بسیار تاثیرگذار است. همچنین افزایش تولید داخلی امری مثبت در افزایش صادرات تلقی می‌شود.

تحت حالت عادی

$$TolidMasrafi = DELAY3(GheymateDakheli, 2 * Time\ Step).$$

تحت سناریو ۱

$$TolidMasrafi = 0.8 * DELAY3(GheymateDakheli, 2 * Time\ Step).$$
$$TolidMasrafi = 1.5 * DELAY3(GheymateDakheli, 2 * Time\ Step).$$



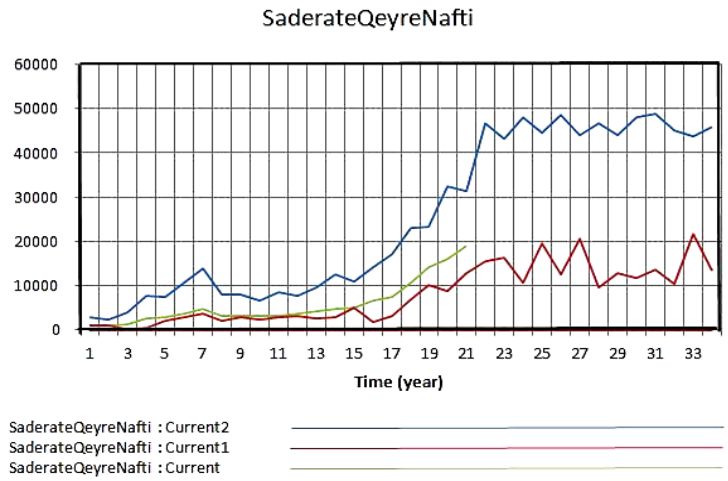
شکل ۴- نمودار اثر تغییرات تولید بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.
Figure 4- Diagram of the effect of production changes on non-oil exports, from 1988 to 2011.

Current نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با کاهش مشخصی از تولید داخلی می‌باشد و نیز *Current2* نمایانگر رفتار صادرات غیرنفتی در اثر افزایش مشخصی از میزان تولید داخلی می‌باشد.

سناریو ۲: کاهش و افزایش بهره‌وری

این سناریو با درنظر گرفتن عملکرد نیروی کار در شرایط تولیدی، درصدد است تا اثر کاهش و نیز افزایش بهره‌وری نیروی کار بر صادرات غیرنفتی را مدنظر قرار دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، افزایش بهره‌وری و افزایش صادرات منجر به کاهش صادرات غیرنفتی شده است. نکته قابل‌توجه در اینجا این است که تاثیر افزایش بهره‌وری بر افزایش صادرات غیرنفتی، بسیار بیشتر از اثر کاهش بهره‌وری بر کاهش صادرات غیرنفتی است.

نکته جالب دیگر اینکه، اثرات کاهش بهره‌وری بر کاهش صادرات غیرنفتی خصوصا در ابتدا، کندتر از اثر افزایش بهره‌وری بر افزایش صادرات غیرنفتی می‌باشد. همچنین در شرایط افزایش بهره‌وری این تاثیر نه‌تنها به‌صورت یک‌باره بلکه به‌صورت تدریجی اثرات خود را نمایش می‌دهد.



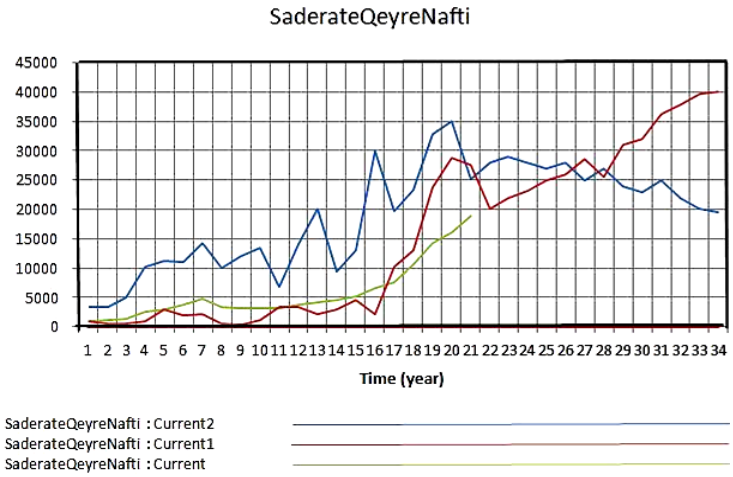
شکل ۵- نمودار اثر تغییرات بهره‌وری بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 5- Diagram of the effect of productivity changes on non-oil exports, from 1988 to 2011.

در **شکل ۵** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با کاهش مشخصی از بهره‌وری می‌باشد و نیز *Current2* نمایانگر رفتار صادرات غیرنفتی در اثر افزایش مشخصی از بهره‌وری می‌باشد.

سناریو۳: کاهش و افزایش نرخ ارز

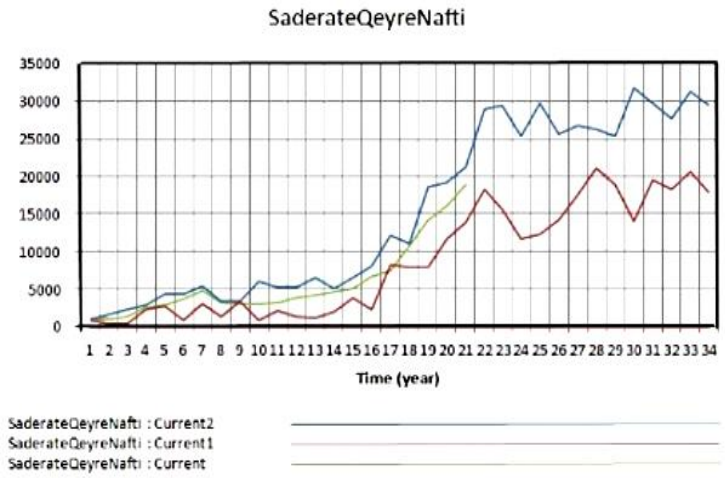
این سناریو قصد دارد تاثیرات تغییرات در نرخ ارز بر صادرات غیرنفتی را پیگیری نماید. همان‌طور که در خروجی نرم‌افزار مشاهده می‌گردد، با افزایش نرخ ارز صادرات تا سقف معینی افزایش می‌یابد و پس‌ازآن دچار رکود می‌گردد، چرا که سبب افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی می‌شود. همچنین کاهش نرخ ارز در ابتدا باعث کمتر شدن صادرات می‌گردد و پس از گذشتن از سقف معینی به بیشتر شدن صادرات کمک می‌نماید.



شکل ۶- نمودار اثر تغییرات نرخ ارز بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 6- Diagram of the effect of exchange rate changes on non-oil exports, from 1988 to 2011.

در **شکل ۶** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با کاهش مشخصی از نرخ ارز می‌باشد و نیز *Current2* نمایانگر رفتار صادرات غیرنفتی در اثر افزایش مشخصی از نرخ ارز می‌باشد.



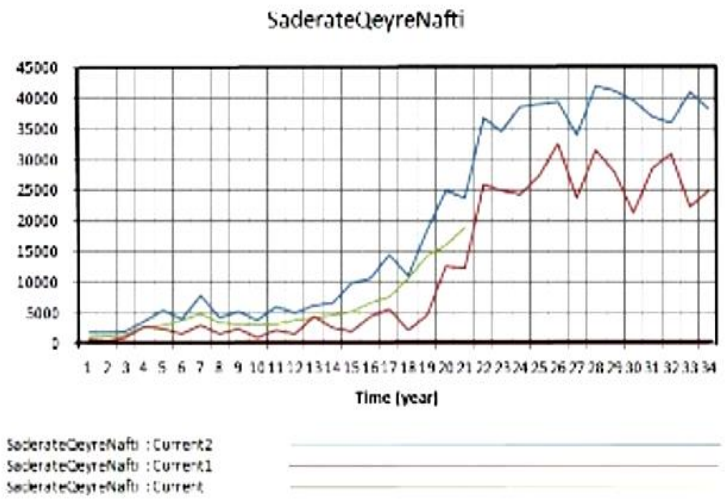
شکل ۷- نمودار اثر تغییرات رقابت‌پذیری بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 7- Diagram of the effect of changes in competitiveness on non-oil exports, from 1988 to 2011.

در **شکل ۷** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با کاهش مشخصی از رقابت‌پذیری می‌باشد و نیز *Current2* نمایانگر رفتار صادرات غیرنفتی در اثر افزایش مشخصی از رقابت‌پذیری می‌باشد.

سنا ریو ۴: کاهش و افزایش تورم

در این سناریو به بررسی تاثیرات عامل تورم بر صادرات غیرنفتی خواهیم پرداخت. همان‌طور که از خروجی نرم‌افزار پیداست، کاهش تورم به افزایش صادرات غیرنفتی و افزایش تورم به کاهش صادرات غیرنفتی می‌انجامد؛ بنابراین، با توجه به نمودار می‌توان گفت که صادرات غیرنفتی تقریبا به افزایش و کاهش تورم به یک میزان چه در بلندمدت و چه در کوتاه مدت حساسیت نشان می‌دهد.



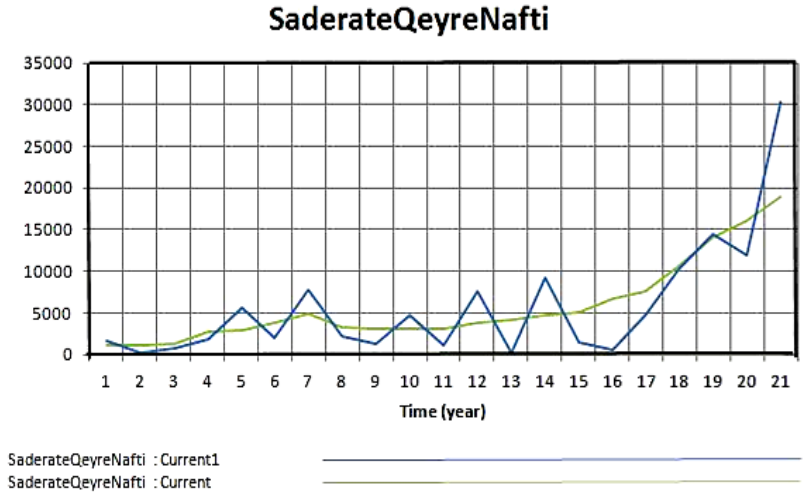
شکل ۸- نمودار اثر تغییرات تورم بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 8- Diagram of the effect of inflation changes on non-oil exports, from 1988 to 2011.

در **شکل ۸** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۴۰۰ اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با افزایش مشخصی از تورم می‌باشد و نیز *Current2* نمایانگر رفتار صادرات غیرنفتی در اثر کاهش مشخصی از میزان تورم می‌باشد.

سناریو ۵: حذف اثر متغیر نرخ ارز

در این بخش متغیر نرخ ارز را حذف کرده و به بررسی رفتار مدل تحت این شرایط می‌پردازیم. همان‌طور که از خروجی نرم‌افزار پیداست، با حذف اثر نرخ ارز، میزان صادرات غیرنفتی به شدت دچار تغییر و آشفتگی می‌شود. بی‌نظمی مشهود موجود در مدل صادرات با حذف نرخ ارز حاکی از اهمیت فراوان این متغیر بر صادرات غیرنفتی دارد.



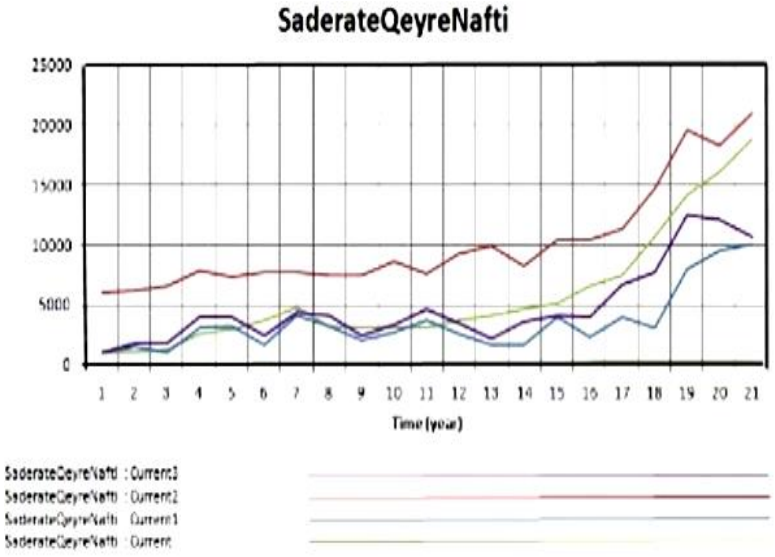
شکل ۹- نمودار اثر حذف نرخ ارز بر صادرات غیرنفتی، از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۴۰۰.

Figure 9- Diagram of the effect of eliminating the exchange rate on non-oil exports, from 1988 to 2011.

در **شکل ۹** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران اعلام شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با حذف اثر متغیر نرخ ارز می‌باشد.

سناریو ۶: حذف اثر تورم، بهره‌وری و رقابت‌پذیری

در این قسمت هر بار یکی از متغیرهای تورم، بهره‌وری و رقابت‌پذیری را حذف کنیم و اثر این کار را بر صادرات غیرنفتی بررسی نماییم. همان‌طور که از نمودار پیداست، حذف تورم چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت، صادرات غیرنفتی را بهبود بخشیده است. حال‌آن‌که با حذف بهره‌وری و رقابت‌پذیری در کوتاه‌مدت شاهد نوساناتی در امر صادرات می‌باشیم، اما در بلندمدت باعث کاهش صادرات می‌گردند. نکته قابل‌توجه دیگر آنکه همواره حذف بهره‌وری بر صادرات در اثر حذف رقابت‌پذیری بر صادرات می‌باشد و می‌توان بیان داشت، اثر حذف بهره‌وری بر صادرات بیشتر از اثر حذف رقابت‌پذیری بر صادرات می‌باشد.



شکل ۱۰- نمودار اثر حذف متغیرهای بهره‌وری، تورم و رقابت‌پذیری بر صادرات غیرنفتی.
Figure 10- Diagram of the effect of eliminating productivity, inflation, and competitiveness variables on non-oil exports.

در **شکل ۱۰** *Current* نشان‌دهنده صادرات غیرنفتی ایران از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد و *Current1* و *Current2* و *Current3* به ترتیب نمایانگر رفتار مدل *SD* بین این سال‌ها و با حذف اثر متغیر بهره‌وری، تورم و رقابت‌پذیری می‌باشند.

۸- نتیجه‌گیری

در این تحقیق بر آن بودیم تا متغیرهای اثرگذار بر صادرات غیرنفتی و چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر با توجه به رشد بهره‌وری و بهبود را شناسایی کنیم و تحت یک مدل سیستم دینامیک آن را ارایه دهیم. در این راستا ابتدا به بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه پرداختیم و سپس با استفاده از اطلاعات این بخش و با استفاده از ابزار پرسشنامه که توسط نخبگان این حوزه تکمیل گردید و روایی و پایایی آن بررسی گردید؛ به تعریف نمودار علی-معلولی مدل و پس‌ازآن نمودار حالت- جریان و سپس مقداردهی یا فرمول‌دهی به متغیرها و روابط حاکم بین آن‌ها پرداخته شد. نهایتا مدل تحت اعتبار سنجی قرار گرفت و شش سناریو روی آن انجام شد.

درک کامل افزایش و بهبود بهره‌وری و تاثیر نرخ ارز، تورم، رقابت‌پذیری و سرمایه انسانی بر بهره‌وری برای کسب‌وکارها و دولت‌هایی که به دنبال افزایش رشد اقتصادی هستند، بسیار مهم است. با پرداختن موثر به این عوامل، کسب‌وکارها می‌توانند عملیات خود را بهینه کنند و هزینه‌ها را کاهش و رقابت‌پذیری خود را در بازار جهانی افزایش دهند. دولت‌ها می‌توانند سیاست‌ها و برنامه‌هایی را اجرا کنند که توسعه سرمایه انسانی را تسهیل می‌کند، نوآوری را تحریک می‌کند و فضای کسب‌وکار را بهبود می‌بخشد. در نهایت، با اولویت‌بندی افزایش ظرفیت بهره‌وری و اتخاذ رویکرد استراتژیک کسب‌وکارها، دولت‌ها می‌توانند توسعه اقتصادی را پیش ببرند و به رشد پایدار دست یابند.

به‌طور خلاصه‌تر، مدل‌سازی در صنعت خودرو با رویکرد افزایش بهره‌وری صادرات غیرنفتی ایران و استفاده از سیستم داینامیک می‌تواند به موارد زیر کمک کند:

۱. شناسایی فرصت‌های بالقوه بازار
۲. بهینه‌سازی فرآیند تولید
۳. بهبود کارایی زنجیره‌تامین
۴. افزایش رقابت
۵. سازگاری با تغییرات بازار
۶. پاسخ به روندهای نوظهور و خواسته‌های مشتریان

۷. پیش‌بینی تقاضا و مدیریت موجودی
۸. کاهش هزینه‌های تولید
۹. بهبود سودآوری کلی

منابع

[1] Beirigo, B. A., Negenborn, R. R., Alonso-Mora, J., & Schulte, F. (2022). A business class for autonomous mobility-on-demand: Modeling service quality contracts in dynamic ridesharing systems. *Transportation research part c: emerging technologies*, *136*, 103520. https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103520

[2] Deif, A. M., & ElMaraghy, W. H. (2007). Agile MPC system linking manufacturing and market strategies. *Journal of manufacturing systems*, *26*(2), 99–107. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2007.12.002

[3] Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G., Koren, Y., & Heytler, P. (2002). Trends and perspectives in flexible and reconfigurable manufacturing systems. *Journal of intelligent manufacturing*, *13*, 135–146. https://doi.org/10.1023/A:1014536330551%0A%0A

[4] Mai, T., & Smith, C. (2018). Scenario-based planning for tourism development using system dynamic modelling: A case study of Cat Ba Island, Vietnam. *Tourism management*, *68*, 336–354. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.04.005

[5] Hakeemi, M. S., Ansari, S., Teuscher, M., Weißkopf, M., Großmann, D., & Kessel, T. (2022). Screens in fly and beetle reveal vastly divergent gene sets required for developmental processes. *BMC biology*, *20*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s12915-022-01231-4%0A%0A

[6] Attaran, M. (1992). Flexible manufacturing systems: implementing an automated factory. *Information systems management*, *9*(2), 44–47. http://dx.doi.org/10.1080/10580539208906864

[7] Qu, Y. J., Ming, X. G., Liu, Z. W., Zhang, X. Y., & Hou, Z. T. (2019). Smart manufacturing systems: state of the art and future trends. *The international journal of advanced manufacturing technology*, *103*, 3751–3768. https://doi.org/10.1007/s00170-019-03754-7%0A%0A

[8] Abdi, M. R., & Labib, A. (2017). RMS capacity utilisation: product family and supply chain. *International journal of production research*, *55*(7), 1930–1956. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2016.1229066

[9] Koren, Y., & Shpitalni, M. (2010). Design of reconfigurable manufacturing systems. *Journal of manufacturing systems*, *29*(4), 130–141. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2011.01.001

[10] Mabkhot, M. M., Al-Samhan, A. M., & Darmoul, S. (2016). An information model to support reconfiguration of manufacturing systems. *IFAC-papersonline*, *49*(5), 37–42. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.086

[11] Wang, W., & Koren, Y. (2012). Scalability planning for reconfigurable manufacturing systems. *Journal of manufacturing systems*, *31*(2), 83–91. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2011.11.001

[12] Farid, A. M. (2017). Measures of reconfigurability and its key characteristics in intelligent manufacturing systems. *Journal of intelligent manufacturing*, *28*(2), 353–369. https://doi.org/10.1007/s10845-014-0983-7%0A%0A

[13] Bensmaine, A., Dahane, M., & Benyoucef, L. (2014). A new heuristic for integrated process planning and scheduling in reconfigurable manufacturing systems. *International journal of production research*, *52*(12), 3583–3594. https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878056

[14] Singh, A., Gupta, S., Asjad, M., & Gupta, P. (2017). Reconfigurable manufacturing systems: journey and the road ahead. *International journal of system assurance engineering and management*, *8*, 1849–1857. https://doi.org/10.1007/s13198-017-0610-z%0A%0A

[15] Singh, P. P., Madan, J., & Singh, H. (2024). System for product flow configuration selection for reconfigurable manufacturing system. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 1–26. https://doi.org/10.1007/s00170-024-14732-z%0A%0A

[16] Boskin, M. J., Gertler, M., & Taylor, C. (1980). *The impact of inflation on US productivity and international competitiveness.* National Planning Association, Washington, DC. https://www.osti.gov/biblio/6236010

[17] Samadi, Ali Hossein and Haghighat, Ali and Aminzadeh, K. (2006). Inflation, Productivity and Structural Failure; Empirical Evidence from Economics. *Iranian quarterly journal of economic research*, *8*(27), 65-87. (**In Persian**). https://ijer.atu.ac.ir/article_3698.html?utm_source=chatgpt.com&lang=en&lang=en&lang=en&lang=en

[18] Cameron, N., Hum, D., & Simpson, W. (1996). Stylized facts and stylized illusions: inflation and productivity revisited. *Canadian journal of economics*, 152–162. https://doi.org/10.2307/136156

[19] Hondroyiannis, G., & Papapetrou, E. (1998). Temporal causality and the inflation-productivity relationship: Evidence from eight low inflation OECD countries. *International review of economics & finance*, *7*(1), 117–135. https://doi.org/10.1016/S1059-0560(99)80020-3

[20] Bitros, G. C., & Panas, E. E. (2001). Is there an inflation-productivity trade-off? Some evidence from the manufacturing sector in Greece. *Applied economics*, *33*(15), 1961–1969. https://doi.org/10.1080/00036840110043730

[21] Branson, W. H. (2001). *Macroeconomic theory and policies.* Ney Publishing House. (**In Persian**). https://B2n.ir/xm3566